

520, 703

Rec'd PCT 10 JAN 2005

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
17. Juni 2004 (17.06.2004)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2004/051175 A1**

(51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: **F28F 9/02**

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2003/012138

(22) Internationales Anmeldedatum:  
31. Oktober 2003 (31.10.2003)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
102 56 869.3 4. Dezember 2002 (04.12.2002) DE

(71) Anmelder (*für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US*): BEHR GMBH & CO. [DE/DE]; Mauserstrasse 3, 70469 Stuttgart (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (*nur für US*): HELMS, Werner [DE/DE]; Weimarer Strasse 22, 73730 Esslingen (DE).

RECK, Markus [DE/DE]; Haegerstrasse 4, 70565 Stuttgart (DE). WEISE, Stefan [DE/DE]; Kyffhäuser Strasse 50, 70469 Stuttgart (DE).

(74) Gemeinsamer Vertreter: BEHR GMBH & CO. KG; Intellectual Property, G-IP, Mauserstrasse 3, 70469 Stuttgart (DE).

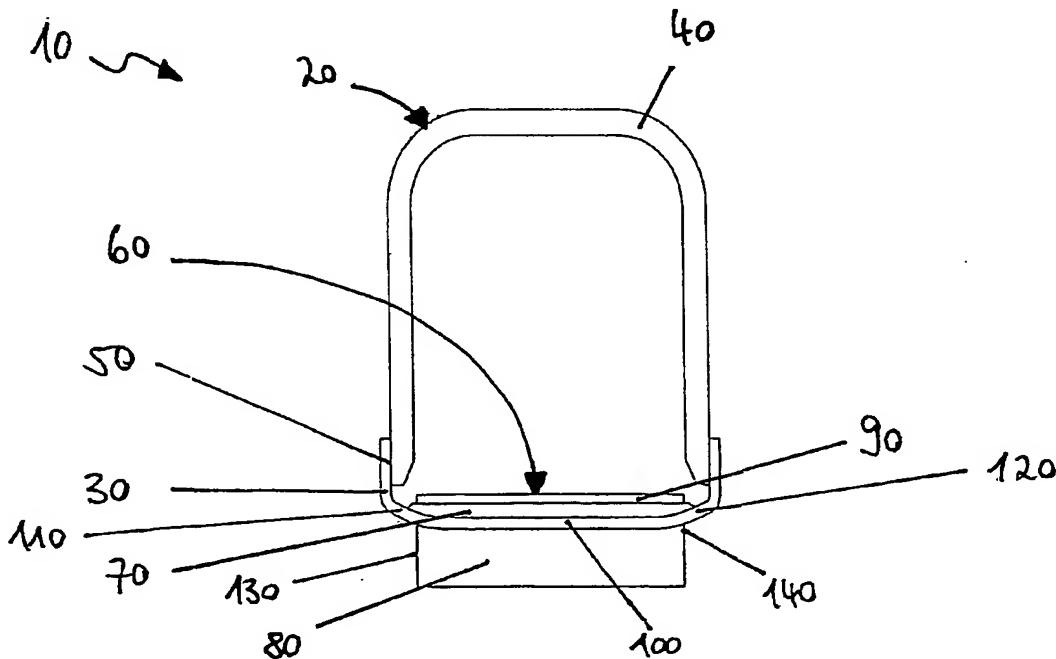
(81) Bestimmungsstaaten (*national*): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (*regional*): ARIPO-Patent (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: HEAT EXCHANGER

(54) Bezeichnung: WÄRMEÜBERTRÄGER



(57) Abstract: The invention relates to a heat exchanger (10) with tubes (80) and a collector box (20). Said collector box (20) has a tube-plate (30) with tube openings (60) and with angled or rounded lateral regions (110,120).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2004/051175 A1



TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI-Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

**Erklärung gemäß Regel 4.17:**

- Erfindererklärung (Regel 4.17 Ziffer iv) nur für US

**Veröffentlicht:**

- mit internationalem Recherchenbericht
- vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

---

BEHR GmbH & Co. KG

5

Mauserstraße 3, 70469 Stuttgart

---

10

### Wärmeübertrager

Die vorliegende Erfindung betrifft einen Wärmeübertrager, insbesondere  
15 einen Ladeluftkühler für ein Kraftfahrzeug.

Um eine Leistungssteigerung eines Verbrennungsmotors zu erzielen, kann  
die der Verbrennung zuzuführende Luft beispielsweise mit einem Turbolader  
verdichtet werden, bevor sie den Brennkammern des Verbrennungsmotors  
20 zugeführt wird. Die Verdichtung der Luft bringt jedoch gleichzeitig eine Er-  
wärmung derselben mit sich, die für einen optimalen Ablauf des Verbren-  
nungsprozesses nachteilig ist. Beispielsweise kann dadurch eine verfrühte  
Zündung oder eine erhöhte Stickoxidemission ausgelöst werden. Um die  
nachteiligen Folgen von der Verbrennung zugeführter überhitzter Luft zu  
25 vermeiden, wird einem Turbolader ein als Ladeluftkühler ausgebildeter  
Wärmeübertrager nachgeschaltet, mit dem die komprimierte Luft vor ihrer  
Verbrennung auf eine zulässige Temperatur abgekühlt werden kann.

Ein Ladeluftkühler ist beispielsweise in der DE 197 57 034 A1 beschrieben.  
30 Bei dem dortigen Wärmetauscher wird die heiße Luft in einen ersten Sam-  
melkanal des Wärmetauschers eingeleitet, wo sie sich verteilt und in Flach-  
rohre einströmt, die in den Sammelkanal einmünden. Die Flachrohre sind

- 2 -

nebeneinander, und mit den die langen Seiten ihres Querschnittes enthal-  
tenden Seitenflächen parallel zueinander angeordnet und bilden einen  
Strömungsweg aus, durch den kühlende Luft durchgeleitet wird. Im Strö-  
mungsweg sind zwischen den Flachrohren Kühlrippen angeordnet, die einen  
5 effektiven Wärmeaustausch zwischen den Flachrohren und dem kühlenden  
Luftstrom bewirken. Nach dem Durchqueren des kühlenden Luftstromes  
münden die Flachrohre in einen zweiten Sammelkanal, der die darin ein-  
strömende, gekühlte, komprimierte Ladeluft der Verbrennung im Motor zu-  
führt.

10

Bei Wärmeübertragern wie insbesondere derartigen Ladeluftkühlern sind die  
Rohre üblicherweise in Öffnungen eines Rohrbodens gesteckt und fluiddicht  
verlotet. Bei jeder Beladung mit komprimierter Luft unterliegt diese Lötver-  
bindung aufgrund schneller Druckänderungen hohen mechanischen Bela-  
stungen. Besonders die Schmaleiten von Flachrohren erfüllen nicht die  
15 steigenden Festigkeitsanforderungen, wodurch sich Undichtigkeiten insbe-  
sondere in den Seiten des Rohrbodens zugewandten Bereichen solcher  
Rohr-Boden-Verbindungen ergeben können.

20

Ein einfacher Weg, um die Festigkeit von Rohr-Boden-Verbindungen zu  
steigern, ist eine Verwendung von Rohren und/oder Rohrböden mit höherer  
Wandstärke oder von Außen- und/oder Innenrippen mit höherer Material-  
stärke. Die vergrößerte mechanische Stabilität ist in beiden Fällen ein-  
leuchtend, der dafür benötigte Mehraufwand an Materialkosten und -gewicht  
25 jedoch sehr hoch.

30

Andere Lösungsvorschläge befassen sich mit einer Verminderung der me-  
chanischen Beanspruchung der Rohr-Boden-Verbindungen durch Verwen-  
dung von Zugankern in den Ladeluftkästen. Diese Zuganker stabilisieren die  
Ladeluftkästen und entlasten dadurch die Rohr-Boden-Verbindungen, brin-

gen jedoch eine Erhöhung des Materialaufwands und des durch den Lade-luftkühler verursachten Druckverlustes mit sich.

Die Aufgabe der Erfindung ist es, einen Wärmeübertrager, insbesondere  
5 einen Ladeluftkühler, bereitzustellen, bei dem mechanische Belastungen  
von Rohr-Boden-Verbindungen ohne Mehraufwand an Material verringert  
werden

Diese Aufgabe wird durch einen Wärmetauscher mit den Merkmalen des  
10 Anspruchs 1 gelöst.

Gemäß Anspruch 1 weist ein Wärmeübertrager Rohre auf, die geeignet  
sind, von einem ersten Medium durchströmt und von einem zweiten Medium  
umströmt zu werden, so daß Wärme von dem ersten auf das zweite Medium  
15 oder umgekehrt übertragbar ist. Zumindest ein mit den Rohren kommunizie-  
render Sammelkasten umfaßt zumindest einen Rohrboden, der einen im we-  
sentlichen ebenen Mittelbereich und zumindest einen gegenüber dem Mit-  
telbereich abgewinkelten oder abgerundeten Seitenbereich aufweist. Bevor-  
zugt weist der Rohrboden zwei insbesondere gegenüberliegende Seitenbe-  
20 reiche auf, die gegenüber dem Mittelbereich abgewinkelt oder abgerundet  
sind. In dem Mittelbereich befinden sich Rohröffnungen, in die die Rohre zu  
einer Bildung der kommunizierenden Verbindung mit dem Sammelkasten  
einsteckbar sind.

25 Ausgehend von der Erkenntnis, daß sich die Geometrie des Sammelkastens  
unter Druckbelastung durch Verformung einer Kugelgestalt annähert, da die  
Kugelform unter allen dreidimensionalen Körpern bei gegebener Oberfläche  
das größtmögliche Volumen aufweist, ist es Grundgedanke der Erfindung,  
die geometrische Form eines Querschnitts des Rohrbodens einem Kreisaus-  
30 schnitt anzunähern, so daß Verformungen, die durch eine Druckbelastung  
des Sammelkastens auftreten, verringert werden, wodurch Verbindungen  
von Rohren mit dem Rohrboden mechanisch entlastet werden. Zu diesem  
Zweck reicht zumindest eine der Rohröffnungen im Mittelbereich des Rohr-

- 4 -

bodens vorteilhaft an den zumindest einen Seitenbereich heran beziehungsweise in den zumindest einen Seitenbereich hinein. Dadurch ist gewährleistet, daß wenigstens ein dem Seitenbereich zugewandter Bereich der Rohr-Boden-Verbindung an einen gegenüber dem Mittelbereich abgewinkelten oder abgerundeten Bereich des Rohrbodens grenzt. Daraus resultierend befindet sich dieser Bereich der Rohr-Boden-Verbindung in einem Gebiet des Sammelkastens, welches im Falle von Druckbelastungen eine verringerte Verformung und damit weniger mechanische Spannungen aufweist. Bevorzugt reicht die Rohröffnung in den abgewinkelten oder abgerundeten Seitenbereich hinein, aber auch ein Heranreichen an den Seitenbereich bewirkt bereits eine Verminderung der mechanischen Belastungen einer Rohr-Boden-Verbindung.

Durch die erfindungsgemäße Ausgestaltung des Wärmeübertragers werden dessen mechanische Festigkeit und damit auch dessen Lebensdauer erhöht, ohne daß dafür ein Mehraufwand an Material, Teilezahl oder Fertigungszeit nötig wäre.

Ein Mittelbereich eines Rohrbodens ist im Rahmen der vorliegenden Erfindung dann als im wesentlichen eben anzusehen, wenn der Rohrboden in diesem Bereich größtenteils eben ist. Insbesondere ein Rohrbodenmittelbereich mit als sogenannte Durchzüge umgeformten Umrandungen von Rohröffnungen und/oder mit anderen geringfügigen Abweichungen von einer Ebenheit ist im Rahmen der Erfindung im wesentlichen eben.

Vorteilhafte Ausführungsformen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche.

Gemäß einer Ausführungsform umfaßt der zumindest eine Seitenbereich des Rohrbodens einen oder mehrere ebene Teilbereiche, so daß der Sammelkasten eine facettierte Form aufweist. Dies ermöglicht eine sichere Herstellung mit niedrigen Fertigungstoleranzen.

Bevorzugt weist der zumindest eine Seitenbereich eine Rundung mit etwa konstantem Krümmungsradius oder mehrere Rundungen mit verschiedenen

- 5 -

Krümmungsradien auf. Dadurch wird eine besonders gute Annäherung an einen halbkreisförmigen Querschnitt des Rohrbodens erreicht.

Ebenfalls einer verbesserten Annäherung an eine Halbkreisform des Rohrbodenquerschnitts dient eine durchgehend konvexe Ausbildung des zumindest einen Seitenbereichs. Konkave Teilbereiche starken Verformungen im Falle von Druckbelastungen werden dadurch vermieden.

Gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung weist der Rohrboden Durchzüge auf, die die Rohröffnungen begrenzen, die gegebenenfalls in den Sammelkasten hineinweisen beziehungsweise aus dem Sammelkasten herausweisen. Diese Durchzüge dienen einer vergrößerten Kontaktfläche zwischen den eingesteckten Rohren und dem Rohrboden, wodurch die Rohr-Boden-Verbindung verstärkt wird. Besonders vorteilhaft ist der Durchzug der zu mindest einen Rohröffnung am beziehungsweise im zumindest einen Seitenbereich niedriger als im Mittelbereich des Rohrbodens. Dadurch wird eine Angriffsfläche für aus dem Seitenbereich herrührende mechanische Spannungen an der Rohr-Boden-Verbindung verkleinert, während eine hohe Stabilität der Rohr-Boden-Verbindung im Mittelbereich des Rohrbodens aufrechterhalten bleibt.

Gemäß einer bevorzugten Weiterbildung ist der erfindungsgemäße Wärmeübertrager als Ladeluftkühler ausgebildet, der besonders bevorzugt in Kraftfahrzeugen einsetzbar ist. Insbesondere weist der Ladeluftkühler zwei Sammelkästen auf, von denen ein erster zur Verteilung und ein zweiter zur Sammlung von Ladeluft vorgesehen ist. Vorteilhafterweise weist jeder der Sammelkästen genau einen Rohrboden auf, der mit einer Reihe von Rohröffnungen versehen ist. Auch ist es vorteilhaft, eine Reihe von Flachrohren mit dazwischenliegenden, insbesondere verlöteten Wellrippen zu verwenden, da hierdurch eine vergrößerte Wärmeübertragungsfläche erreicht wird. Als Kühlmedium dient vorzugsweise Luft, wobei auch andere Kühlmedien wie Wasser oder Kühlmittel denkbar sind.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand von Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die Zeichnungen erläutert. Es zeigen:

- Fig. 1a: einen Ausschnitt eines Wärmeübertragers gemäß der vorliegenden Erfindung,
- 5 Fig. 1b: einen Ausschnitt eines Wärmeübertragers,
- Fig. 1c: einen Querschnitt eines Wärmeübertragers,
- 10 Fig. 2a: einen Ausschnitt eines Wärmeübertragers,
- Fig. 2b: einen Ausschnitt eines Wärmeübertragers und
- Fig. 2c: einen Querschnitt eines Wärmeübertragers.
- 15 Fig. 1a zeigt einen Ausschnitt aus einem Wärmeübertrager 10 in einer perspektivischen Darstellung. Ein Sammelkasten 20 zur Verteilung eines ersten Mediums besteht aus einem Rohrboden 30 und einem Kastendeckel 40, die an einer gemeinsamen Berührungsfläche 50 miteinander verschweißt sind. Der Kastendeckel 40 ist hierbei in den Rohrboden 30 hineingesteckt. Es ist aber ebenso denkbar, den Kastendeckel 40 auf den Rohrboden 30 aufzustecken oder anderweitig an dem Rohrboden 30 anzubringen. Bei anderen, nicht gezeigten Ausführungsbeispielen sind ein Rohrboden und ein Kastendeckel durch Lötzung, Verklebung oder formschlüssig miteinander verbunden beziehungsweise einteilig oder einstückig, das heißt beispielsweise aus einer umgeformten Platte bestehend, ausgebildet.
- 20
- 25
- Der Rohrboden 30 weist eine Rohröffnung 60 auf, deren Rand 70 als sogenannter Durchzug in das Sammelkasteninnere hinein umgeformt ist. Ein im wesentlichen rechteckiges Flachrohr 80 ist in die Rohröffnung 60 gesteckt und mit dem Rohrboden 30 verlötet oder verschweißt. Nicht dargestellt sind Wellrippen, die beidseits an das Flachrohr 80 angrenzen und mit letzterem verlötet sind, so daß ein Wärmeübertrag von dem ersten auf ein das Rohr 80 und die Rippen umströmendes zweites Medium oder von dem zweiten auf das erste Medium gesteigert wird. Insgesamt umfaßt der Wärmeübertrager
- 30

10 eine ganze Reihe von sich abwechselnden Flachrohren und Wellrippen,  
die einen sogenannten Rohr-Rippen-Block bilden.

Wie in der Seitenansicht in Fig. 1b zu erkennen ist, ist das Rohr 80 so weit  
5 in die Rohröffnung 60 hineingesteckt, daß ein oberer Randbereich 90 des  
Rohres 80 über den Durchzug 70 hinausragt. Dadurch wird eine gute Aus-  
nutzung einer dem Rohr 80 zugewandten, nicht sichtbaren Innenfläche des  
Durchzugs 70 als Anlagefläche für eine Rohr-Boden-Verbindung gewährlei-  
stet. Dies dient beispielsweise einer dichten Verlötung. Um einen unnötig  
10 hohen Druckabfall des ersten Mediums über den Wärmeübertrager zu ver-  
meiden, ist der Überstand des Rohres 80 über den Rohrboden 30 so gering  
wie möglich zu halten. Aus diesem Grund befindet sich die Rohröffnung 60  
in einem im wesentlichen ebenen Mittelbereich 100 des Rohrbodens 30.

15 Wird der Sammelkasten 20 mit dem ersten Medium beaufschlagt, verformt  
sich der Sammelkasten 20 unter Umständen derart, daß sich seine Quer-  
schnittsform einer Kreisform annähert. Um eine solche Verformung quasi  
vorwegzunehmen, sind Seitenbereiche 110, 120 des Rohrbodens 30 gegen-  
über dem Mittelbereich 100 abgewinkelt. Daraus resultiert eine geringere  
20 Verformung des Rohrbodens 30 unter Druckbelastung des Sammelkastens  
20 in diesen Seitenbereichen 110, 120. Die bei solchen druckbedingten  
Verformungen mechanisch am stärksten beanspruchten Stirnseiten 130, 140  
des Flachrohres 80 werden dadurch entlastet, daß die Rohröffnung 60 und  
damit auch das Rohr 80 in die Seitenbereiche 110, 120 des Rohrbodens 30  
25 hineinreichen. Die dort vorliegende reduzierte Verformung des Rohrbodens  
30 bringt eine Verringerung der mechanischen Belastung des Rohres 80  
beziehungsweise der Rohr-Boden-Verbindung mit sich.

Fig. 1c zeigt einen Querschnitt des Wärmeübertragerausschnitts aus Fig. 1a  
30 beziehungsweise Fig. 1b, wobei die Schnittebene quer durch das Rohr 80  
verläuft. Bei einem Vergleich dieser Ansicht mit Fig. 1b wird deutlich, daß  
durch das Hineinreichen der Rohröffnung 60 in die gegenüber dem Mittelbe-  
reich 100 abgewinkelten Seitenbereiche 110, 120 des Rohrbodens 30 der  
Durchzug 70 an den Stirnseiten 130, 140 des Flachrohres 80 eine reduzierte  
35 Höhe aufweist. Dadurch ergibt sich der zusätzliche Vorteil, daß für druckbe-

dingte Verformungen eine verringerte Angriffsfläche am Rohr 80 besteht. Die gleichzeitig in Kauf genommene Verkleinerung der Anlagefläche für die Rohr-Boden-Verbindung ist tolerierbar, da ein wesentlich größerer Teil des Durchzugs 70 in dem ebenen Mittelbereich 100 des Rohrbodens 30 eine für die Stabilität der Rohr-Boden-Verbindung ausreichende Höhe behält.

In Fig. 2a, 2b und 2c ist analog zu Fig. 1a, 1b und 1c ein weiteres Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Wärmeübertragers 210 dargestellt, das sich von dem vorherigen Ausführungsbeispiel im wesentlichen dadurch unterscheidet, daß der Durchzug 270 aus dem Sammelkasten 220 herausweisend umgeformt ist. Der Rohrboden 230 ist mit einem Kastendeckel 240 an der gemeinsamen Berührungsfläche 250 verschweißt. Ein im wesentlichen rechteckiges Flachrohr 280 ist in die Rohröffnung 260 mit dem Durchzug 270 gesteckt und mit dem Rohrboden 230 verlötet oder verschweißt.

Um einen Druckabfall eines durch den Sammelkasten 220 und unter anderen durch das Rohr 280 strömenden ersten Mediums über den Wärmeübertrager zu reduzieren, weist der Durchzug 270 aus dem Sammelkasten 220 heraus, so daß das in dem Durchzug 270 steckende Rohr 280 nicht über den Rohrboden 230 in dessen im wesentlichen ebenen Mittelbereich 300 hinausragt. Seitenbereiche 310, 320 des Rohrbodens 230 sind gegenüber dem Mittelbereich 300 abgewinkelt, um eine Verformung des Sammelkastens 220 unter Druckbelastung zumindest in den Seitenbereichen 310, 320 zu reduzieren. Zu einer Entlastung der Stirnseiten 330, 340 des Flachrohrs 280 reichen die Rohröffnung 260 und damit das Rohr 280 an die Seitenbereiche 310, 320 heran, was in Fig. 2c besonders gut verdeutlicht wird.

Der Vorteil der verringerten Durchzugshöhe fällt bei diesem Ausführungsbeispiel zwar weg, durch den s-förmigen Querschnitt des Rohrbodens 230 im Bereich Deckelanschluß 250 – Seitenbereich 310/320 – Durchzug 270 wird dem Rohr 280 beziehungsweise der Rohr-Boden-Verbindung jedoch ebenfalls eine Belastungsreduktion zuteil.

5

**P a t e n t a n s p r ü c h e**

- 10        1. Wärmeübertrager mit Rohren und zumindest einem Sammelkasten, wobei der Sammelkasten zumindest einen Rohrboden aufweist, wobei der Rohrboden einen im wesentlichen ebenen Mittelbereich mit Rohröffnungen, in die die Rohre einsteckbar sind, und zumindest einen gegenüber dem Mittelbereich abgewinkelten oder abgerundeten Seitenbereich aufweist, dadurch gekennzeichnet, daß zumindest eine Rohröffnung an den zumindest einen Seitenbereich heranreicht oder in den zumindest einen Seitenbereich hineinreicht.
- 15        2. Wärmeübertrager nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der zumindest eine Seitenbereich zumindest einen ebenen Teilbereich aufweist.
- 20        3. Wärmeübertrager nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der zumindest eine Seitenbereich eine Rundung mit etwa konstantem Krümmungsradius aufweist.
- 25        4. Wärmeübertrager nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß der zumindest eine Seitenbereich mehrere Rundungen mit verschiedenen Krümmungsradien aufweist.
- 30        5. Wärmeübertrager nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß der zumindest eine Seitenbereich konvex geformt ist.

- 10 -

6. Wärmeübertrager nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die zumindest eine Rohröffnung von einem Durchzug begrenzt wird, der in den zumindest einen Sammelkasten hineinweist.  
5
7. Wärmeübertrager nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die zumindest eine Rohröffnung von einem Durchzug begrenzt wird, der aus dem zumindest einen Sammelkasten herausweist.  
10
8. Wärmeübertrager nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, daß der Durchzug am oder im zumindest einen Seitenbereich des Rohrbodens niedriger ist als im Mittelbereich des Rohrbodens.  
15
9. Ladeluftkühler, insbesondere für ein Kraftfahrzeug, gekennzeichnet durch die Merkmale eines der vorhergehenden Ansprüche.

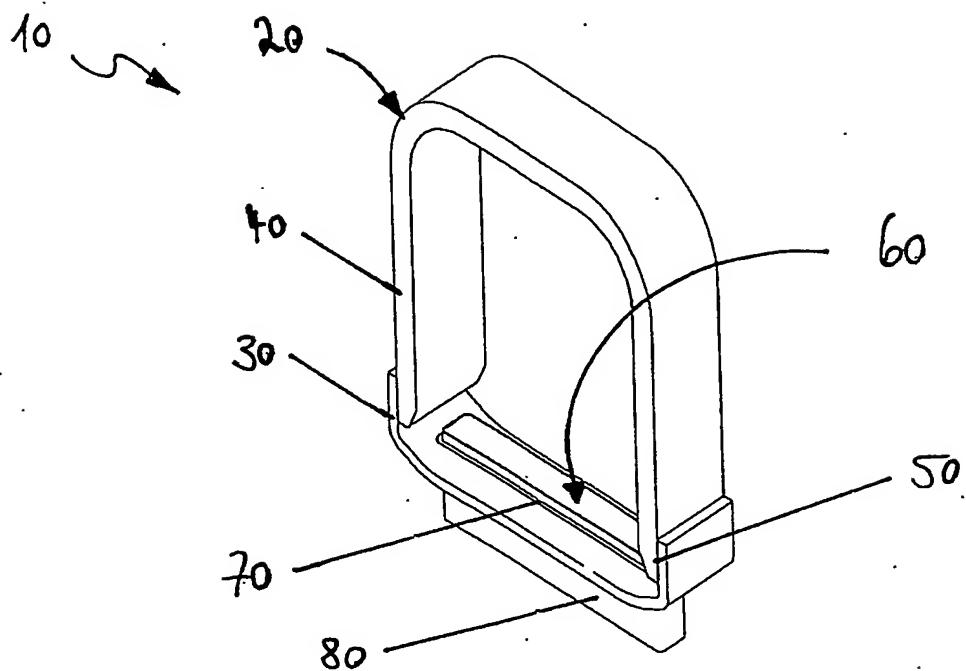


Fig. 1a

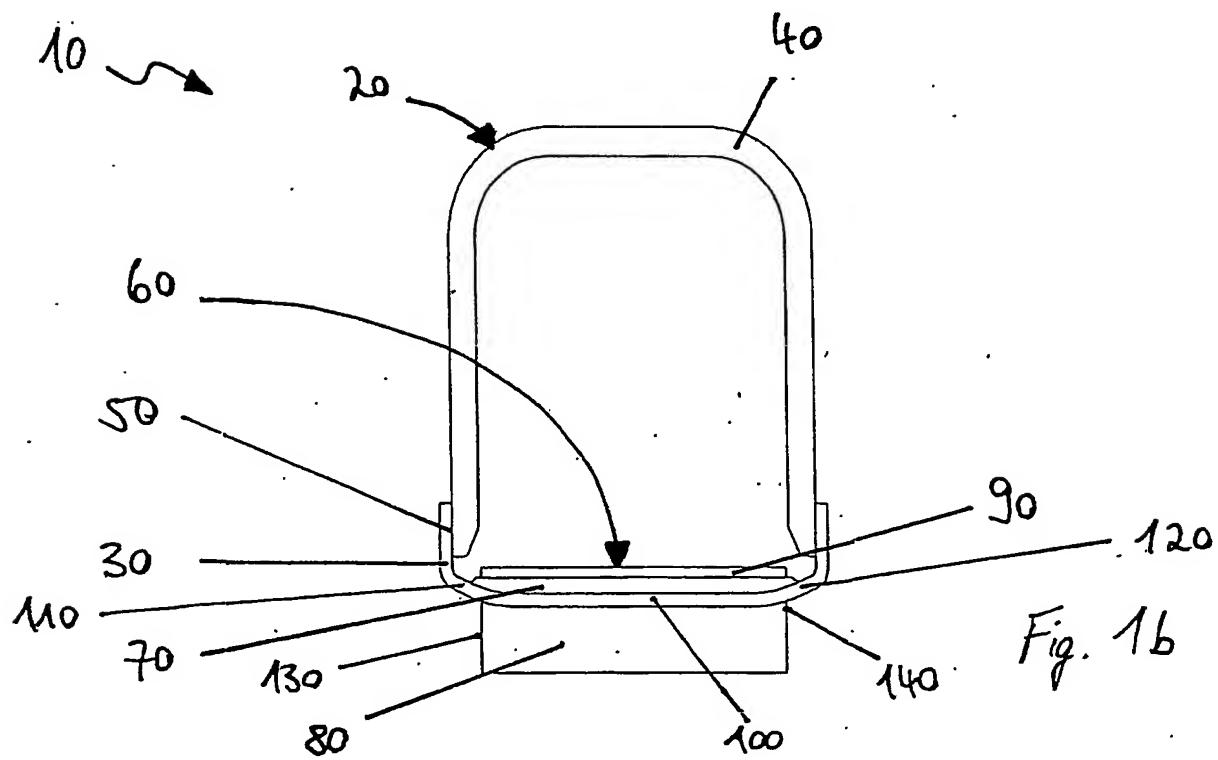
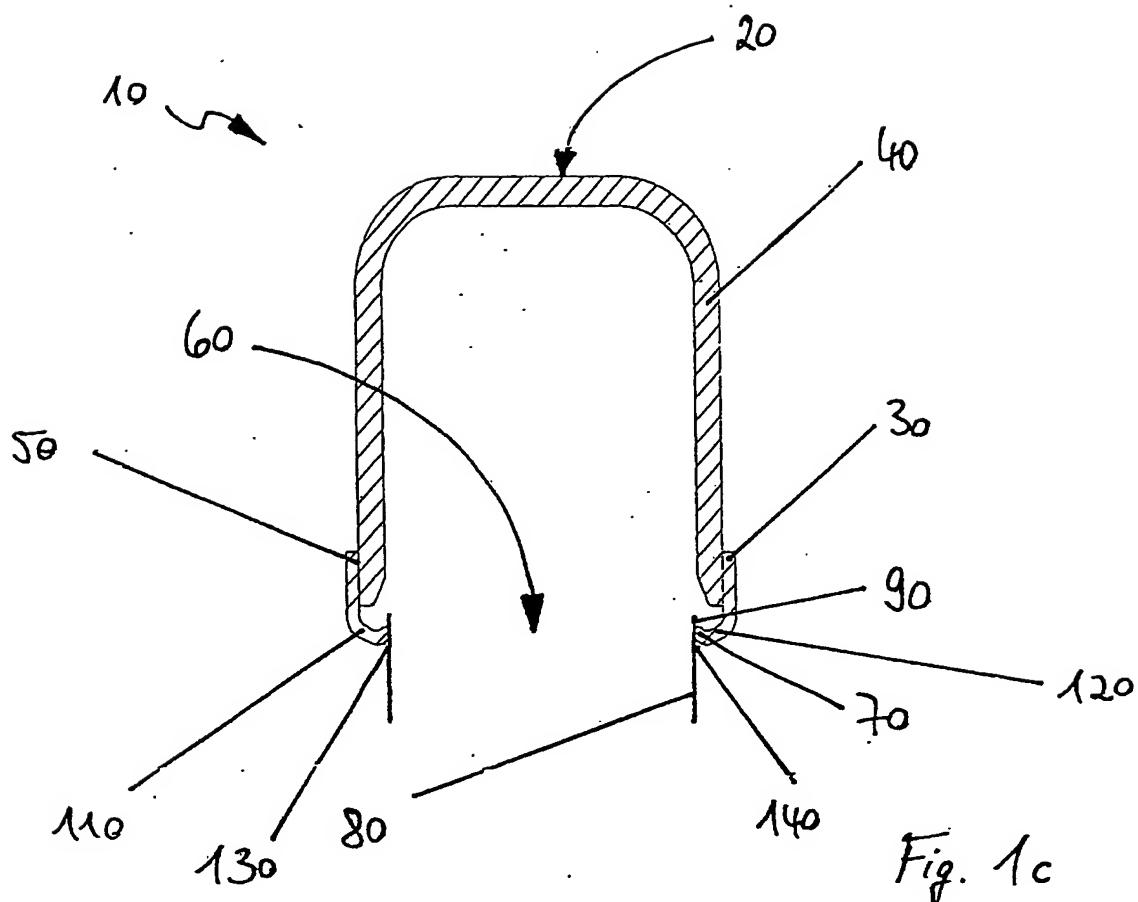


Fig. 1b



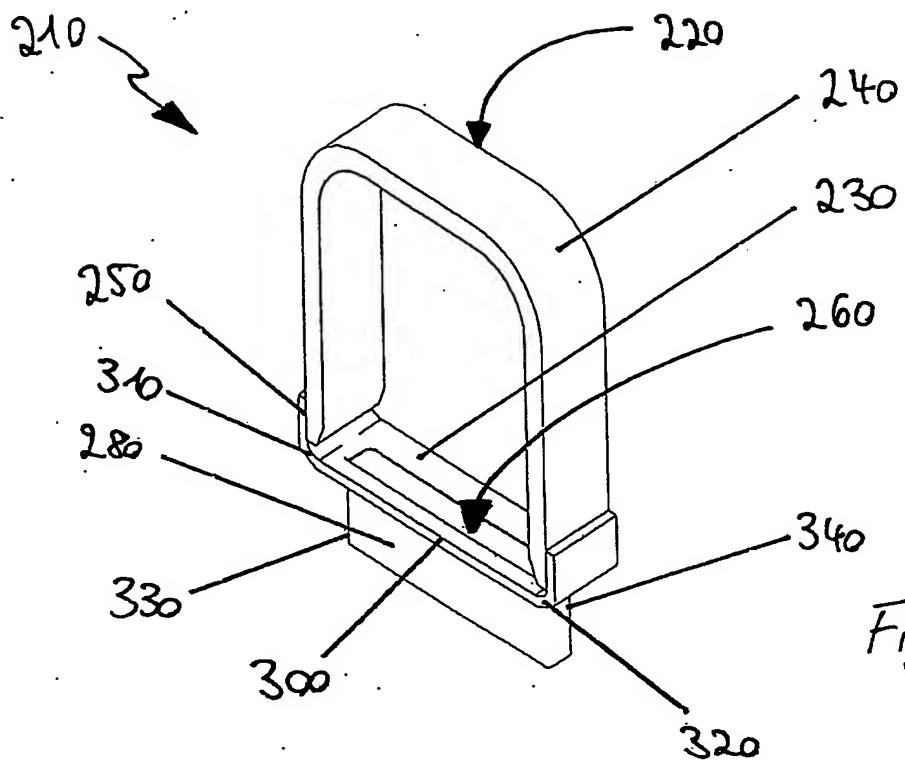


Fig. 2a

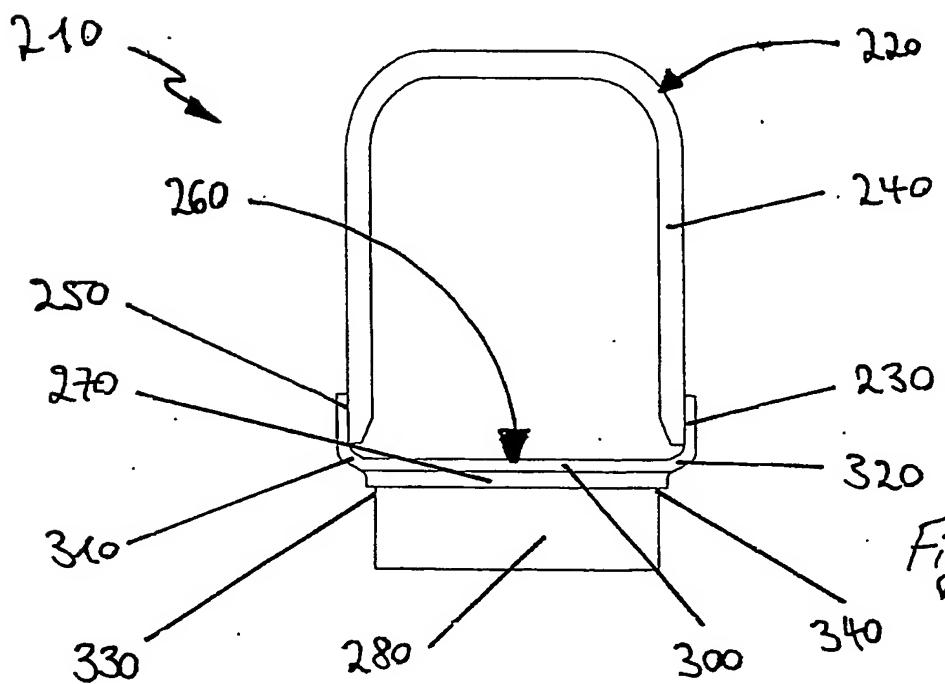


Fig. 2b

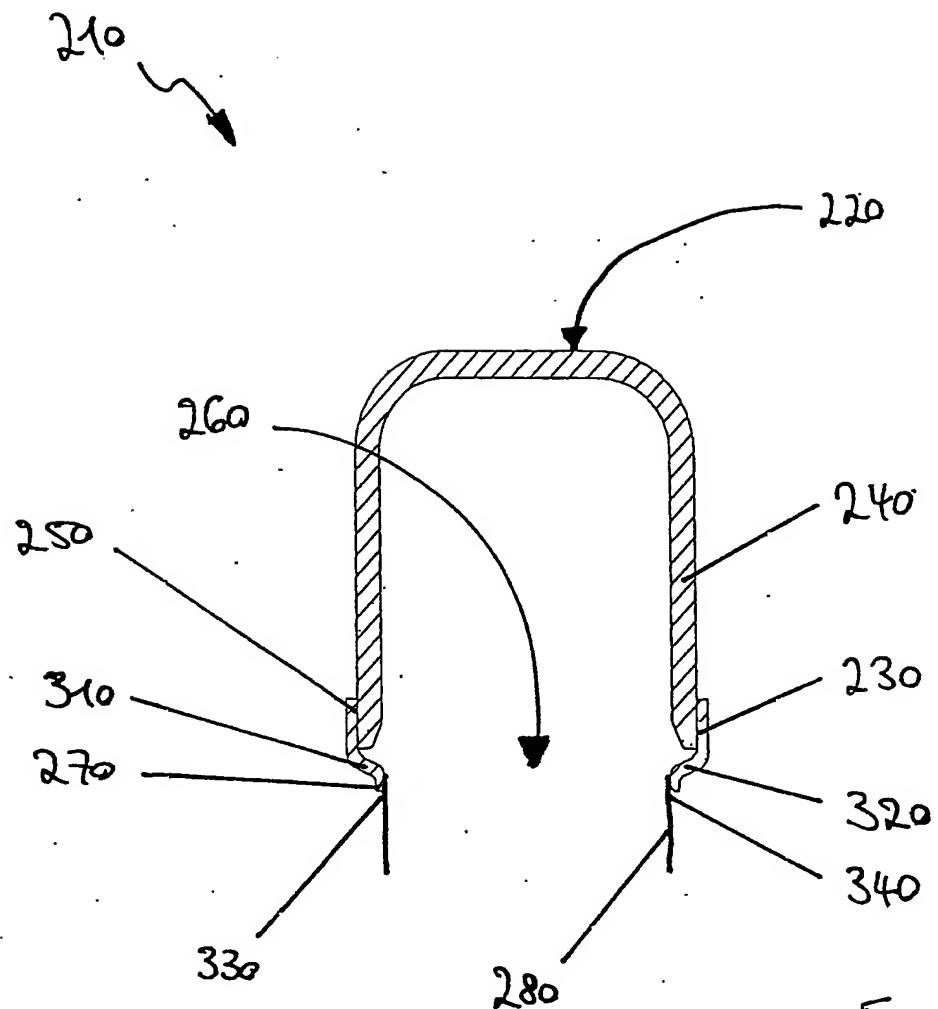


Fig. 2c

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP 03/12138

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**

IPC 7 F28F9/02

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 F28F

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

PAJ, EPO-Internal

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 02/04881 A (FROST ADRIAN ; LLANELLI RADIATORS LTD (GB)) 17 January 2002 (2002-01-17)	1,4-6
Y	page 12, line 21 -page 13, line 24; figures 6,18,19 -----	7,9
Y	DE 197 57 034 A (BEHR GMBH & CO) 24 June 1999 (1999-06-24) cited in the application abstract; figures -----	7,9
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1998, no. 10, 31 August 1998 (1998-08-31) -& JP 10 132487 A (TOYO RADIATOR CO LTD), 22 May 1998 (1998-05-22) abstract; figures ----- -/-	1,2

Further documents are listed in the continuation of box C.

Patent family members are listed in annex.

\* Special categories of cited documents :

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the International filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the International filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the International filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

21 April 2004

Date of mailing of the international search report

28/04/2004

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patenttaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Mootz, F

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP 03/12138

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1996, no. 06, 28 June 1996 (1996-06-28) -& JP 08 029089 A (NIPPONDENSO CO LTD), 2 February 1996 (1996-02-02) abstract; figures 6,9 -----	1,3,5,6, 8
X	US 5 307 870 A (BABA NORIMASA ET AL) 3 May 1994 (1994-05-03) abstract; figures 2,3 -----	1,3,5,6

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP 03/12138

Patent document cited in search report		Publication date		Patent family member(s)		Publication date
WO 0204881	A	17-01-2002	AU WO	6927701 A 0204881 A1		21-01-2002 17-01-2002
DE 19757034	A	24-06-1999	DE	19757034 A1		24-06-1999
JP 10132487	A	22-05-1998		NONE		
JP 08029089	A	02-02-1996		NONE		
US 5307870	A	03-05-1994	JP JP JP	5272845 A 2990947 B2 5215482 A		22-10-1993 13-12-1999 24-08-1993

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 03/12138

**A. KLASIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES**  
IPK 7 F28F9/02

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

**B. RECHERCHIERTE GEBIETE**

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)  
IPK 7 F28F

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

PAJ, EPO-Internal

**C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN**

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	WO 02/04881 A (FROST ADRIAN ; LLANELLI RADIATORS LTD (GB)) 17. Januar 2002 (2002-01-17)	1, 4-6
Y	Seite 12, Zeile 21 -Seite 13, Zeile 24; Abbildungen 6,18,19 ---	7, 9
Y	DE 197 57 034 A (BEHR GMBH & CO) 24. Juni 1999 (1999-06-24) in der Anmeldung erwähnt Zusammenfassung; Abbildungen ---	7, 9
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1998, no. 10, 31. August 1998 (1998-08-31) -& JP 10 132487 A (TOYO RADIATOR CO LTD), 22. Mai 1998 (1998-05-22) Zusammenfassung; Abbildungen ---	1, 2
		-/-



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

- \* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :
- "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
- "E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem Internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
- "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
- "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
- "P" Veröffentlichung, die vor dem Internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

- "T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist
- "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erforderlicher Tätigkeit beruhend betrachtet werden
- "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erforderlicher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist
- "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der Internationalen Recherche	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
21. April 2004	28/04/2004
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl. Fax: (+31-70) 340-3016	Bevollmächtigter Bediensteter  Mootz, F

## INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 03/12138

## C(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1996, no. 06, 28. Juni 1996 (1996-06-28) -& JP 08 029089 A (NIPPONDENSO CO LTD), 2. Februar 1996 (1996-02-02) Zusammenfassung; Abbildungen 6,9 -----	1,3,5,6, 8
X	US 5 307 870 A (BABA NORIMASA ET AL) 3. Mai 1994 (1994-05-03) Zusammenfassung; Abbildungen 2,3 -----	1,3,5,6

**INTERNATIONALES RECHERCHENBERICHT**

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

**PCT/EP 03/12138**

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung		Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
WO 0204881	A	17-01-2002	AU WO	6927701 A 0204881 A1		21-01-2002 17-01-2002
DE 19757034	A	24-06-1999	DE	19757034 A1		24-06-1999
JP 10132487	A	22-05-1998		KEINE		
JP 08029089	A	02-02-1996		KEINE		
US 5307870	A	03-05-1994	JP JP JP	5272845 A 2990947 B2 5215482 A		22-10-1993 13-12-1999 24-08-1993